



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**07.04.2004 Patentblatt 2004/15**

(51) Int Cl.7: **F02D 41/10, B60K 31/00**

(21) Anmeldenummer: **02102404.7**

(22) Anmeldetag: **01.10.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

- **Pingen, Bert**  
53913, Swisttal (DE)
- **Schamel, Andreas R**  
53227, Bonn (DE)
- **Grieser, Klemens**  
40764, Langenfeld (DE)
- **Borrmann, Dirk**  
50354, Huerth (DE)

(71) Anmelder: **Ford Global Technologies, Inc.,  
A subsidiary of Ford Motor Company  
Dearborn, Michigan 48126 (US)**

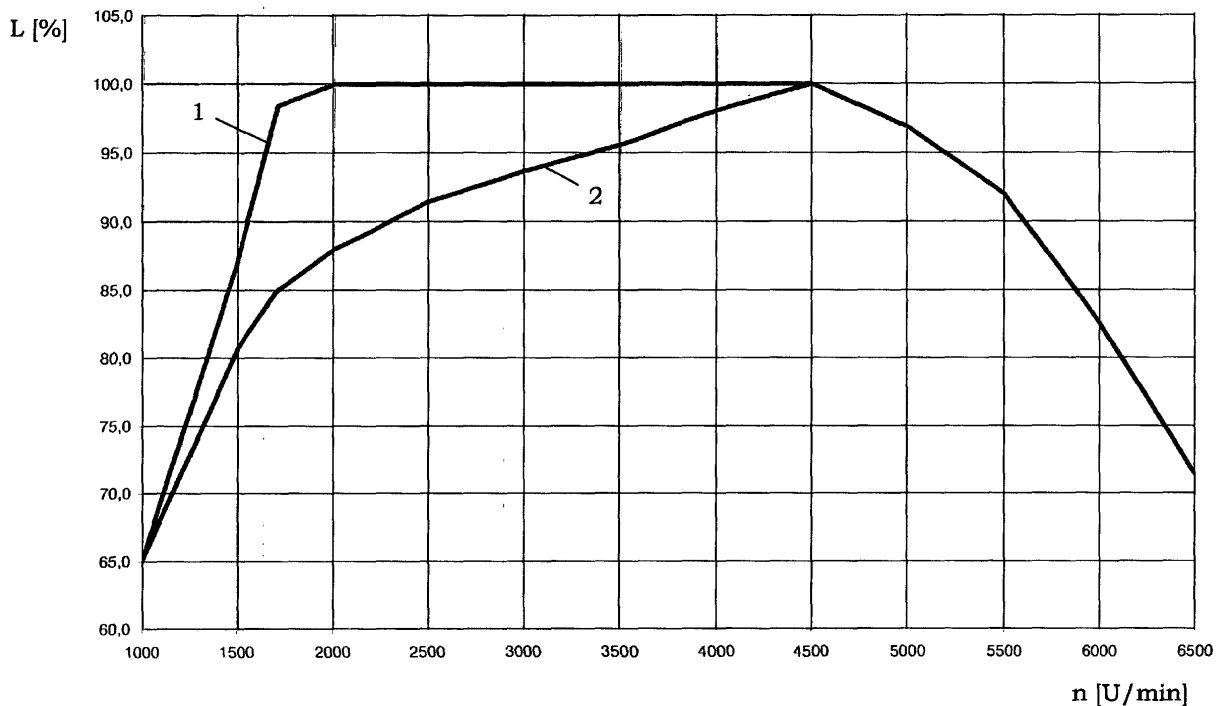
(74) Vertreter: **Drömer, Hans-Carsten, Dr.-Ing. et al  
Ford-Werke Aktiengesellschaft,  
Patentabteilung NH/DRP,  
Henry-Ford-Strasse 1  
50725 Köln (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Lenz, Ingo**  
50858, Koeln (DE)

(54) **Motorsteuerung für die Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges**

(57) Die Erfindung betrifft eine Motorsteuerung für eine Brennkraftmaschine, bei welcher die maximal erreichbare Vollast-Kurve (1) zu einer reduzierten Vollast-Kurve (2) gedrosselt wird. Die Anwendung der reduzierten Vollast-Kurve (2) führt bei einer maximalen Be-

schleunigung des Kraftfahrzeuges zu einem durchgehend positiven Beschleunigungsgradienten in einem weiten Drehzahlbereich. Dies wird subjektiv als besser als ein negativer oder verschwindender Beschleunigungsgradient empfunden, der bei Anwendung der ursprünglichen Vollast-Kurve (1) auftritt.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges sowie eine zur Durchführung des Verfahrens ausgebildete Motorsteuerung.

**[0002]** Die Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges kann von der zugehörigen Motorsteuerung über verschiedene und vom jeweiligen Motortyp abhängige Parameter in ihrer Leistungsabgabe gesteuert werden. Eine wichtige Kennlinie der Brennkraftmaschine ist diesbezüglich die Vollast-Kurve, welche die vom Motor maximal bereitstellbare Leistung in Abhängigkeit von der Drehzahl des Motors wiedergibt.

**[0003]** Bei einer maximalen Beschleunigung des Kraftfahrzeuges wird dem Motor die größtmögliche Leistung abverlangt, wozu dieser entlang der Vollast-Kurve gesteuert wird. Dabei zeigt sich jedoch gerade bei modernen, leistungsstarken Brennkraftmaschinen auch mit Aufladung, daß vom Fahrer bei höheren Geschwindigkeiten subjektiv ein unbefriedigendes Beschleunigungsverhalten empfunden wird.

**[0004]** Vor diesem Hintergrund war es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Motorsteuerung für die Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges bereitzustellen, welche bei maximaler Beschleunigung des Kraftfahrzeuges dem Fahrer ein subjektiv zufriedenstellendes Beschleunigungsgefühl vermittelt.

**[0005]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Motorsteuerung mit den Merkmalen des Anspruchs 3 gelöst.

**[0006]** Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

**[0007]** Das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges ist dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahlabhängigkeit der Vollast-Leistung der Brennkraftmaschine (d.h. die Vollast-Kurve) derart eingestellt wird, daß sich bei Beschleunigung des Kraftfahrzeuges unter Abgabe der Vollast-Leistung über einen breiten Drehzahlbereich (vorzugsweise im primär genutzten unteren und mittleren Drehzahlbereich) ein positiver Beschleunigungsgradient einstellt. Der Beschleunigungsgradient ist definitionsgemäß die zeitliche Ableitung der Beschleunigung oder äquivalent die dritte Zeitableitung des vom Fahrzeug zurückgelegten Weges.

**[0008]** Überraschenderweise zeigt sich, daß mit dem beschriebenen Verfahren ein vom Fahrer als angenehm beziehungsweise als leistungsstark empfundenen Beschleunigungsverhalten des Kraftfahrzeuges erreicht wird. Dieses wird subjektiv positiver beurteilt als ein Beschleunigungsverhalten, bei welchem der Beschleunigungsgradient des Kraftfahrzeuges Null oder negativ ist, selbst wenn bei Letzterem objektiv gesehen eine größere absolute Beschleunigung erreicht wird.

**[0009]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens wird die von der Brennkraftmaschine im unteren bis mittleren Drehzahlbereich unter Vollast abge-

gebene Leistung gegenüber der maximal erreichbaren Leistung reduziert. D.h., daß der Motor künstlich gedrosselt wird, um den gewünschten Verlauf der Vollast-Kurve zu erreichen. Hierdurch ist es möglich, sowohl die Zufriedenheit des Benutzers mit dem sportlichen beziehungsweise leistungsstarken Verhalten des Motors zu steigern als auch gleichzeitig den Energieverbrauch und die Schadstoffemissionen zu senken, obgleich es sich hierbei in der Regel um einander widersprechende Zielsetzungen handelt.

**[0010]** Die Erfindung betrifft weiterhin eine Motorsteuerung für die Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges, welche dazu eingerichtet ist, ein Verfahren der vorstehend erläuterten Art auszuführen. D. h., daß die Motorsteuerung insbesondere die Drehzahlabhängigkeit der Vollast-Leistung der Brennkraftmaschine derart einstellt, daß sich über einen breiten Drehzahlbereich (vorzugsweise im primär genutzten unteren und mittleren Drehzahlbereich) bei Beschleunigung des Kraftfahrzeuges unter Abgabe der Vollast-Leistung ein positiver Beschleunigungsgradient einstellt. Wie im Zusammenhang mit dem Verfahren erläutert wurde, kann hierdurch ein subjektiv sehr zufriedenstellendes Beschleunigungsverhalten des Fahrzeugs erreicht werden.

**[0011]** Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Motorsteuerung dahingehend ausgebildet, eine aufgeladene Brennkraftmaschine so anzusteuern, daß die gewünschte Drehzahlabhängigkeit beziehungsweise Vollast-Kurve erreicht wird. Gerade bei aufgeladenen Brennkraftmaschinen, bei denen die Verbrennungsluft unter Überdruck unter Verwendung eines Laders z. B. eines Turboladers oder eines Kompressors in den Brennraum gefördert wird, erweist sich die beschriebene Einrichtung der Motorsteuerung als vorteilhaft, da die "normale" Vollast-Kurve bei diesen Motoren in der Regel einen breiten flachen Bereich aufweist. Letzterer führt bei einer Beschleunigung des Fahrzeuges zu einem negativem Beschleunigungsgradienten, welcher vom Fahrer als nachteilig wahrgenommen wird.

**[0012]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Figur näher erläutert.

**[0013]** Die einzige Figur zeigt in einem Diagramm die Vollast-Kurve einer Brennkraftmaschine mit und ohne eine erfindungsgemäße Motorsteuerung.

**[0014]** Auf der vertikalen Achse des Diagramms ist die Motorleistung  $L$  in Prozent der Maximalleistung aufgetragen, während auf der horizontalen Achse die zugehörige Motordrehzahl  $n$  in U/min wiedergegeben ist. Die beiden im Diagramm eingetragenen Kurven 1 und 2 geben die Vollast-Leistung des Motors wieder, das heißt die bei einer bestimmten Drehzahl ohne ein Abfallen der Drehzahl maximal vom Motor erzeugbare Leistung.

**[0015]** Die obere Kurve 1 ist dabei die "normale" Vollast-Kurve einer Brennkraftmaschine. Charakteristisch hierfür ist der schnelle Anstieg der Leistung auf den Maximalwert von 100%, welcher über einen breiten Drehzahlbereich in diesem Beispiel von etwa 2000 bis 4500 U/min konstant beibehalten wird. Bei noch höhe-

ren Drehzahlen fällt die Vollast-Leistung aus technischen Gründen wieder ab.

**[0016]** Wenn das Kraftfahrzeug maximal beschleunigt wird, nimmt die Drehzahl  $n$  des Kraftfahrzeuges stetig zu, und die vom Motor bereitgestellte Leistung  $L$  ändert sich entsprechend der im Diagramm dargestellten Vollast-Kurve. Dabei zeigt es sich, daß bei der normalen Vollast-Kurve 1 zwar eine sehr große absolute Beschleunigung erreicht wird, daß dies vom Fahrer subjektiv jedoch nicht so empfunden wird. Verantwortlich hierfür ist offenbar die zeitliche Änderung der Beschleunigung oder m.a.W. der Beschleunigungsgradient. Dieser ist bei der Vollast-Kurve 1 bei höheren Drehzahlen negativ, weil die Beschleunigung des Kraftfahrzeuges abnimmt (was jedoch nicht mit einem Bremsen, daß heißt einer negativen Beschleunigung, zu verwechseln ist).

**[0017]** Um das subjektive Empfinden des Fahrers zu berücksichtigen, wird erfindungsgemäß die Motorsteuerung so eingestellt, daß sich die Vollast-Kurve 2 ergibt. Diese ist gekennzeichnet durch einen durchgehend monoton wachsenden Anstieg der Vollast-Leistung  $L(n)$ , bis sie in diesem Beispiel bei einer Drehzahl von etwa 4500 U/min ihr Maximum von 100% annimmt. Absolut gesehen wird mit einer derartigen Vollast-Kurve 2 eine geringere Gesamtbeschleunigung des Kraftfahrzeuges erreicht. Der resultierende Beschleunigungsgradient des Kraftfahrzeuges ist jedoch im Unterschied zur Kurve 1 stets positiv, so daß die Beschleunigung vom Fahrer subjektiv als angenehmer und leistungsstärker empfunden wird. Anschaulich ausgedrückt wird bei Kurve 2 das Leistungspotential der Brennkraftmaschine stärker über den Drehzahlbereich verteilt eingesetzt und nicht gleich zu Anfang maximal ausgereizt. Neben einer höheren Nutzerzufriedenheit wird auf diese Weise noch der positive Nebeneffekt erzielt, daß der Motor kraftstoffsparender und emissionsärmer betrieben werden kann.

**[0018]** Die Form, welche die Vollast-Kurve  $L(n)$  zur Gewährleistung eines positiven Beschleunigungsgradienten haben sollte, lässt sich wie folgt abschätzen:

**[0019]** Nach dem Trägheitsgesetz ruft eine Kraft  $F$  an einem Fahrzeug der Masse  $m$  die Beschleunigung  $\ddot{x}$  hervor:

$$m\ddot{x} = F$$

**[0020]** Durch Multiplikation mit der Geschwindigkeit  $\dot{x}$  ergibt sich hieraus die dem Fahrzeug zugeführte Leistung  $L$ :

$$m\dot{x} \cdot \ddot{x} = F\dot{x} = L$$

**[0021]** Da die Geschwindigkeit  $\dot{x}$  des Fahrzeuges (für

ein fest vorgegebenes und unverändertes Übersetzungsverhältnis des Getriebes) proportional zur Drehzahl  $n$  der Brennkraftmaschine ist, lässt sich mit Hilfe einer Konstanten  $k$  hieraus die Beziehung

$$k \dot{n} n = L(n)$$

herleiten, wobei  $L(n)$  die Abhängigkeit der Vollast-Leistung von der Drehzahl gemäß der (gesuchten) Vollast-Kurve beschreibt. Ableitung dieser Gleichung nach der Zeit und Auflösung nach der Drehzahl-Beschleunigung ergibt:

$$k (\ddot{n} n + \dot{n}^2) = \frac{dL}{dn} \dot{n}$$

$$\Rightarrow \ddot{n} = \left( \frac{dL}{dn} - k\dot{n} \right) \frac{\dot{n}}{kn} = \left( \frac{dL}{dn} - \frac{L}{n} \right) \frac{\dot{n}}{kn}$$

**[0022]** Die Forderung eines positiven Beschleunigungsgradienten  $\ddot{x} > 0$  ist äquivalent zur Forderung einer positiven Drehzahlbeschleunigung  $\ddot{n} > 0$ , so daß sich als (Differential-)Ungleichung für die gesuchte Vollast-Kurve ergibt:

$$\frac{dL}{dn} > \frac{L}{n}$$

**[0023]** Alle Vollast-Kurven  $L(n)$ , welche diese Beziehung erfüllen, führen daher zu dem gewünschten Verhalten des Kraftfahrzeuges bei einer maximalen Beschleunigung.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Drehzahlabhängigkeit ( $L(n)$ ) der Vollast-Leistung der Brennkraftmaschine derart eingestellt wird, daß sich bei Beschleunigung des Kraftfahrzeuges unter Abgabe der Vollast-Leistung über einen breiten Drehzahlbereich ein positiver Beschleunigungsgradient einstellt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die von der Brennkraftmaschine im unteren bis mittleren Drehzahlbereich unter Vollast abgegebene Leistung gegenüber der maximal erreichbaren Leistung reduziert wird.
3. Motorsteuerung für die Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeuges,

**dadurch gekennzeichnet, daß**

diese dahingehend ausgebildet ist, die Drehzahlabhängigkeit ( $L(n)$ ) der Vollast-Leistung der Brennkraftmaschine einzustellen, daß sich bei Beschleunigung des Kraftfahrzeuges unter Abgabe der Vollast-Leistung über einen breiten Drehzahlbereich ein positiver Beschleunigungsgradient einstellt.

5

**4. Motorsteuerung nach Anspruch 3,**

10

**dadurch gekennzeichnet, daß**

diese dahingehend ausgebildet ist, den Lader einer aufgeladenen Brennkraftmaschine derart anzusteuern, daß die gewünschte Drehzahlabhängigkeit erreicht wird.

15

20

25

30

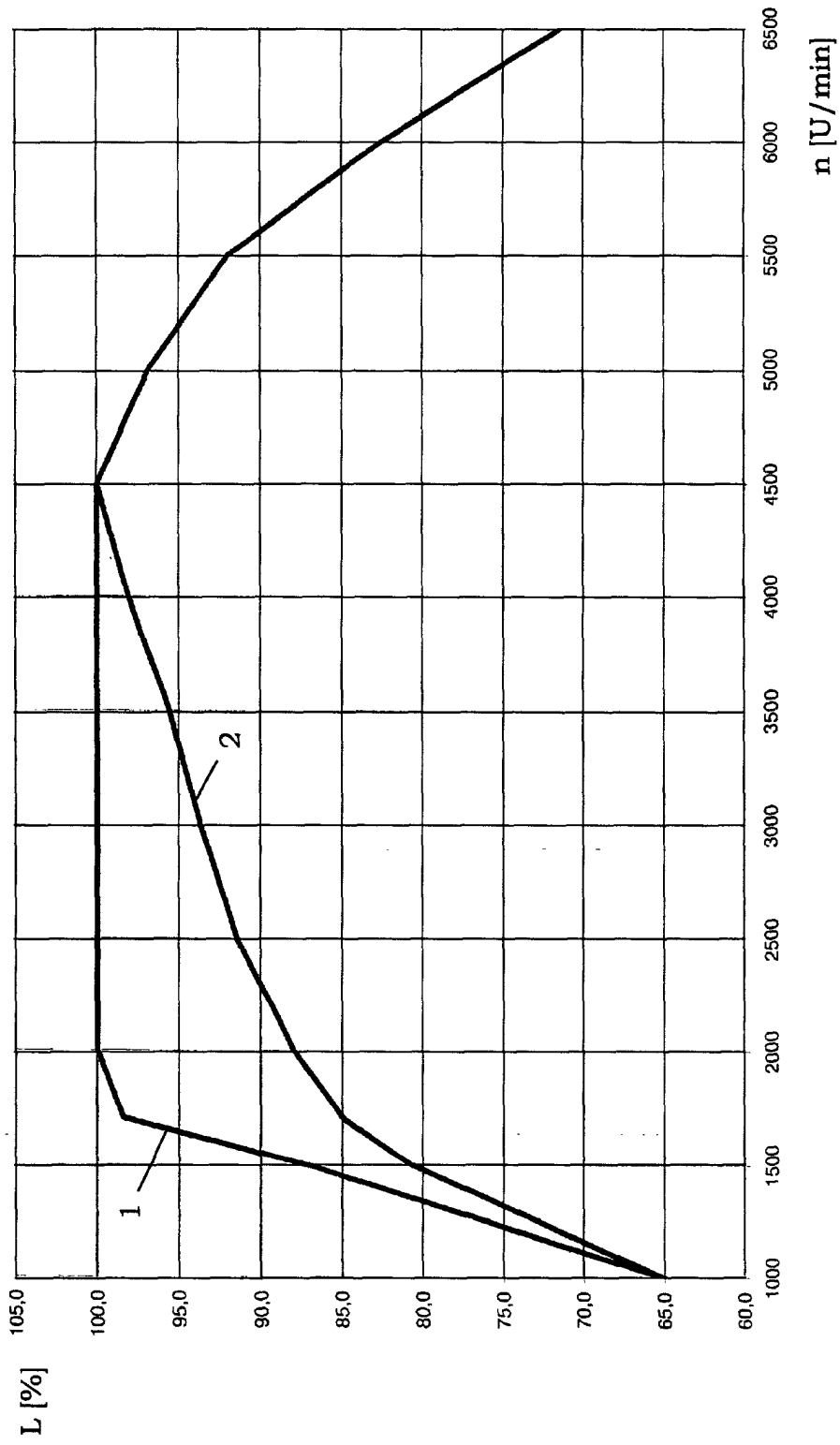
35

40

45

50

55





Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 02 10 2404

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE   |   |   |   |
|--|---|---|---|
| Kategorie  | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile   | Betrifft Anspruch   | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.CI.7) |
| Y  | EP 0 545 027 A (MAN NUTZFAHRZEUGE AG)<br>9. Juni 1993 (1993-06-09)<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 1, Zeile 44 - Spalte 2, Zeile 47 *<br>* Spalte 5, Zeile 3-55; Abbildung 4 * | 1-4   | F02D41/10<br>B60K31/00                  |
| Y  | US 6 282 482 B1 (HEDSTROEM LARS-GUNNAR)<br>28. August 2001 (2001-08-28)<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 1, Zeile 50 - Spalte 2, Zeile 41 *<br>* Spalte 4, Zeile 13-66 *        | 1-4   |   |
| A  | US 6 021 370 A (WORKMAN MATTHEW W ET AL)<br>1. Februar 2000 (2000-02-01)<br>* das ganze Dokument *  | 1-4   |   |
| A  | US 5 025 380 A (WASHINO SHOICHI ET AL)<br>18. Juni 1991 (1991-06-18)<br>* das ganze Dokument *  | 1-4   |   |
|  |   |   | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.CI.7)    |
|  |   |   | F02D<br>B60K                            |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt  |   |   |   |
| Recherchenort  | Abschlußdatum der Recherche   | Prüfer  |   |
| DEN HAAG   | 20. Januar 2003   | Nicolás, C  |   |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE  |   | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |   |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |   |   |   |

EPO FORM 1503 03 02 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 02 10 2404

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-01-2003

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument |    | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|---|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0545027  | A  | 09-06-1993                    | DE 4138336 A1                     | 27-05-1993                    |
|   |    |                               | AT 125594 T                       | 15-08-1995                    |
|   |    |                               | DE 59203032 D1                    | 31-08-1995                    |
|   |    |                               | EP 0545027 A1                     | 09-06-1993                    |
| -----   |    |                               |                                   |                               |
| US 6282482  | B1 | 28-08-2001                    | SE 506691 C2                      | 02-02-1998                    |
|   |    |                               | BR 9806823 A                      | 09-05-2000                    |
|   |    |                               | EP 0960036 A1                     | 01-12-1999                    |
|   |    |                               | JP 2001512387 T                   | 21-08-2001                    |
|   |    |                               | SE 9700456 A                      | 02-02-1998                    |
|   |    |                               | WO 9834809 A1                     | 13-08-1998                    |
| -----   |    |                               |                                   |                               |
| US 6021370  | A  | 01-02-2000                    | KEINE                             |                               |
| -----   |    |                               |                                   |                               |
| US 5025380  | A  | 18-06-1991                    | JP 63198742 A                     | 17-08-1988                    |
|   |    |                               | DE 3890114 C2                     | 27-04-1995                    |
|   |    |                               | DE 3890114 T                      | 19-01-1989                    |
|   |    |                               | WO 8806234 A1                     | 25-08-1988                    |
|   |    |                               | KR 9301038 B1                     | 13-02-1993                    |
| -----   |    |                               |                                   |                               |

EPO.FOFIM.P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82